

ARCHITETTURA DEI SISTEMI ELETTRONICI

LEZIONE N° 15

- **Riduzione del numero di stati**
- **Esempio**
- **Assegnamento degli stati**
- **Esempi**

A.S.E.

15.1

Richiami

- **Modelli di reti sequenziali**
Sintesi di reti sequenziali sincronizzate
- **Descrizione di reti sequenziali**
 - ASM, Grafo, Diagramma temporale,
- **Tabella delle transizioni**
- **Sintesi della rete combinatorio**

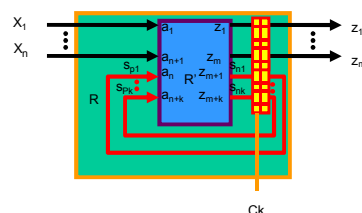
A.S.E.

15.2

Tabella delle transizioni

- Si riportano
 - Valore degli ingressi
 - Variabili di stato di partenza (Stato presente)
 - Variabili di stato di arrivo (Nuovo stato)

Sp_1	...	Sp_n	X_1	...	X_n	Sn_1	Sn_n
0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	1	0	1	1
..
0	0	0	1	1	1	1	0	1
0	0	1	0	0	0	1	1	1
0	0	1	0	0	1	0	1	0
..
1	1	1	1	1	1	0	1	1

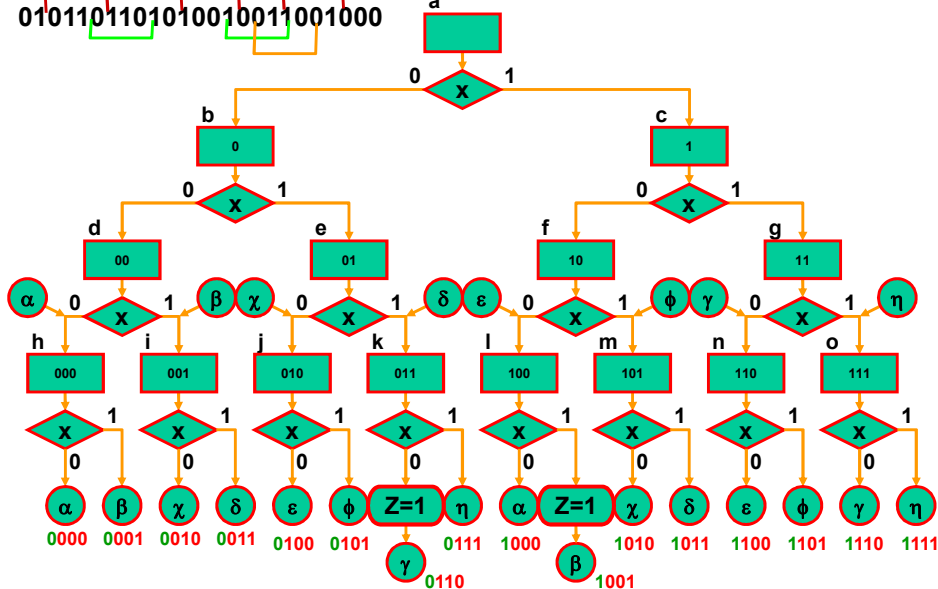


A.S.E.

15.3

Riconoscitore di sequenza 0110 o 1001 (A)

01011011010100110011001000



A.S.E.

15.4

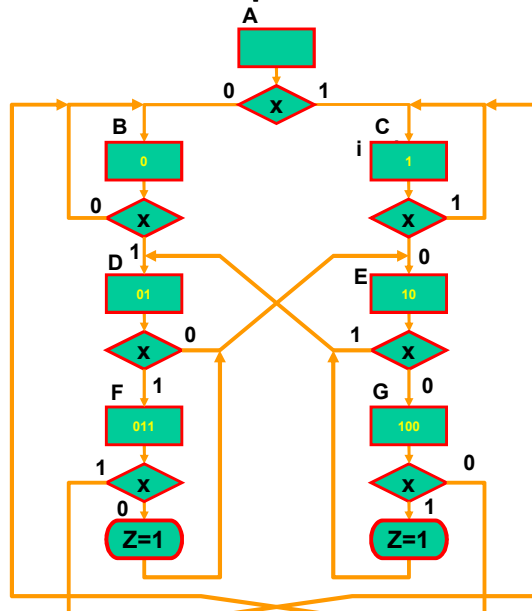
Tabella degli Stati (A)

P.S.	Next State			
	X = 0	X = 1	X = 0	X = 1
a	b	c	0	0
b	d	e	0	0
c	f	g	0	0
d	h	i	0	0
e	j	k	0	0
f	l	m	0	0
g	n	o	0	0
h	h	i	0	0
i	j	k	0	0
j	j	k	0	0
k	n	o	1	0
l	h	i	0	1
m	j	k	0	0
n	j	k	0	0
o	n	o	0	0

A.S.E.

15.5

Riconoscitore di sequenza 0110 o 1001 (B)

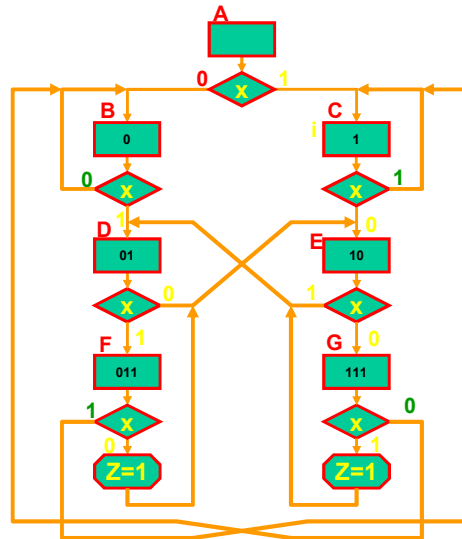


A.S.E.

15.6

Tabella degli stati (B)

P.S.	Next State			
	X = 0	X = 1	X = 0	X = 1
A	B	C	0	0
B	B	D	0	0
C	E	C	0	0
D	E	F	0	0
E	G	D	0	0
F	E	C	1	0
G	B	D	0	1



A.S.E.

15.7

Riduzione della tabella degli stati

- **Meno stati => meno variabili di stato => meno flip-flop => meno ingressi e uscite della rete combinatoria**
- **A parità di variabili di stato (stessa potenza del 2) => meno stati = più don't-care nelle tabelle della verità della rete combinatoria => maggiore semplificabilità**

A.S.E.

15.8

Coppie di stati equivalenti

- Due stati p e q di una rete sincrona sono equivalenti se e solo se per ciascuna combinazione dei valori delle variabili d'ingresso (1) le uscite relative sono identiche e
- (2) gli stati successivi sono equivalenti

- Due stati sono equivalenti \Rightarrow le uscite devono essere non contraddittorie per ciascuna combinazione degli ingressi
- Due stati sono equivalenti \Rightarrow i relativi stati successivi non devono essere contraddittori per ciascuna combinazione degli ingressi

A.S.E.

15.9

Esempio di verifica dell'equivalenza

1. Verifica su "A" e "B": per $X=1$ le uscite sono in contraddizione **NO**
2. Verifica per "A" e "E": uscite OK, per $X=0$ gli stati successivi sono "A" e "B" che non sono equivalenti **NO**
3. Verifica per "A" e "D": uscite OK, per $X=0$ gli stati successivi sono "A" e "D", si se è verificata per $X=1$; per $X=1$ devono essere equivalenti "B" e "F": uscite si, "C" e "C" **Si** (uno stato è equivalente a se stesso) devono essere equivalenti "D" e "G", si se "D" e "A" sono equivalenti **OK**

PS	NS		Out Z	
	0	1	0	1
A	A	B	0	0
B	D	C	0	1
C	F	E	0	0
D	D	F	0	0
E	B	G	0	0
F	G	C	0	1
G	A	F	0	0

A.S.E.

15.10

Metodo a tre passi

- A. Individuazione di coppie di stati equivalenti
- B. Date le coppie di stati equivalenti, determinazione degli insiemi di stati equivalenti
- C. Generazione della tabella degli stati ridotta (sostituzione con un unico stato di più stati equivalenti)

- Metodo valido per tabelle degli stati **completamente specificata**

A.S.E.

15.11

Algoritmo Passo (0)

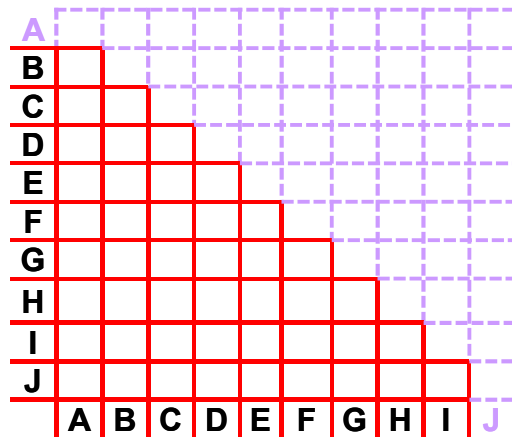
1. Costruire la tabella delle implicazioni
 - Ogni cella corrisponde a una coppia (q_i, q_k)
 - Sono presenti le coppie con $k \neq i$
 - L'ordine degli indici non conta $ik = ki$
2. La cella (q_i, q_k) contiene
 - X se le uscite sono contraddittorie per ingressi uguali
 - Tutte le coppie di stati successivi relativi agli ingressi, senza duplicazione, $(q_h, q_f) = (q_f, q_h)$, (q_i, q_l) no, se gli stati successivi sono uguali a quelli presenti no, se la cella è vuota si mette un marker
3. Ispezione => si mette una X se a una delle coppie contenute nella cella corrisponde una coppia di stati legati a una cella con X
4. Iterare il punto 3

A.S.E.

15.12

Costruzione della tabella delle implicazioni

- Data una tabella degli stati con “n” stati
- Matrice diagonale inferiore (diagonale principale esclusa)
- Per 10 stati si ha

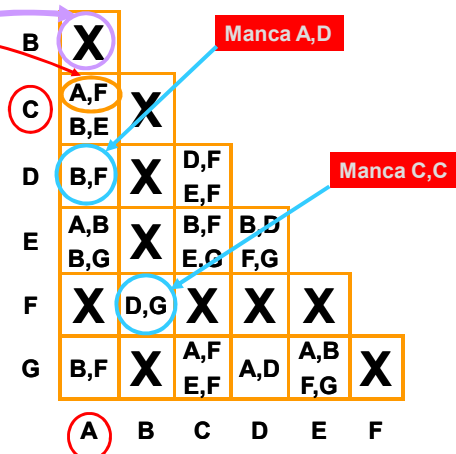


A.S.E.

15.13

Tabella degli stati Tabella delle implicazioni

PS.	NS.		Out	
	X=0	X=1	X=0	X=1
A	A	B	0	0
B	D	C	0	1
C	F	E	0	0
D	D	F	0	0
E	B	G	0	0
F	G	C	0	1
G	A	F	0	0



A.S.E.

15.14

Tabella delle implicazioni passo 1

B	X					
C	A,F B,E	X				
D	B,F	X	D,E E,F			
E	A,B B,G	X	B,F E,G	B,D F,G		
F	X	D,G	X	X	X	
G	B,F	X	A,F E,F	A,D F,G	A,B F,G	X
	A	B	C	D	E	F

B	X					
C	A,F B,E	X				
D	B,F	X	D,E E,F			
E	A,B B,G	X	B,F E,G	B,D F,G		
F	X	D,G	X	X	X	
G	B,F	X	A,F E,F	A,D	A,B F,G	X
	A	B	C	D	E	F

A.S.E.

15.15

Tabella delle implicazioni passo 2

B	X					
C	A,F B,E	X				
D	B,F	X	D,E E,F			
E	A,B B,G	X	B,F E,G	B,D F,G		
F	X	D,G	X	X	X	
G	B,F	X	A,F E,F	A,D	A,B F,G	X
	A	B	C	D	E	F

B	X					
C	A,F B,E	X				
D	B,F	X	D,E E,F			
E	A,B B,G	X	B,F E,G	B,D F,G		
F	X	D,G	X	X	X	
G	B,F	X	A,F E,F	A,D	A,B F,G	X
	A	B	C	D	E	F

A.S.E.

15.16

Coppie di stati equivalenti (Passo A) e Insiemi di stati equivalenti (Passo B)

B	X					
C	A,F B,E	X				
D	B,F	X	D,F E,F			
E	A,B B,G	X	B,F E,G	B,D F,G		
F	X	D,G	X	X	X	
G	B,F	X	A,F E,F	A,D F,G	A,B F,G	X
	A	B	C	D	E	F

1 $A \equiv D, A \equiv G, B \equiv F, D \equiv G$

2 $(A,D,G), (B,F), (D,G)$

3 $\{(A,D,G),(B,F),(C),(E)\}$

A.S.E.

15.17

Tabella degli stati minima (Passo C)

- $\{(A,D,G),(B,F),(C),(E)\}$

PS.	NS.		Out	
	X=0	X=1	X=0	X=1
A	A	B	0	0
B	D	C	0	1
C	F	E	0	0
D	D	F	0	0
E	B	G	0	0
F	C	E	0	1
G	A	F	0	0

$A=D=G=\alpha$

$B=F=\beta$

$C=\chi$

$E=\delta$

PS.	NS.		Out	
	X=0	X=1	X=0	X=1
α	α	β	0	0
β	α	χ	0	1
χ	β	δ	0	0
δ	β	α	0	0

A.S.E.

15.18

Tabella delle implicazioni 0110/1001 (Caso "A")

b	b,d c,e																			
c	b,f c,g	d,f e,g																		
d	b,h c,i	d,h e,i	f,h g,i																	
e	b,j c,k	d,j e,k	f,j g,k	h,j i,k																
f	b,l c,m	d,l e,m	f,l g,m	h,l i,m	j,l k,m															
g	b,n c,o	d,n e,o	f,n g,o	h,n i,o	j,n k,o	l,n m,o														
h	b,h c,i	d,h e,i	f,h g,i	♥	h,j i,k	h,l i,m	h,n i,o													
i	b,j c,k	d,j e,k	f,j g,k	h,j i,k	♥	j,l k,m	j,n k,o	h,j i,k												
j	b,l c,m	d,l e,m	f,l g,m	h,l i,m	j,l k,m	♥	l,n m,o	h,l i,m	j,l k,m											
k																				
l																				
m	b,j c,k	d,j e,k	f,j g,k	h,j i,k	♥	j,l k,m	j,n k,o	h,j i,k	♥	j,l k,m										
n	b,l c,m	d,l e,m	f,l g,m	h,l i,m	j,l k,m	♥	l,n m,o	h,l i,m	j,l k,m	♥										
o	b,n c,o	d,n e,o	f,n g,o	h,n i,o	j,n k,o	l,n m,o	♥	h,n i,o	j,n k,o	l,n m,o										
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n						

A.S.E.

P	S	Next State		Out Z	
		0	1	0	1
a	b	c	0	0	
b	d	e	0	0	
c	f	g	0	0	
e	h	i			
e	j	k	0	0	
f	l	m	0	0	
g	n	o	0	0	
h	h	i			
i	j	k	0	0	
j	l	m	0	0	
k	n	o	1	0	
l	h	i	0	1	
m	j	k	0	0	
n	l	m	0	0	
o	n	o	0	0	

15.19

Tabella delle implicazioni 0110/1001 (Caso "A") [passo2]

b	b,d c,e																			
c	b,f c,g	d,f e,g																		
d	b,h c,i	d,h e,i	f,h g,i																	
e	b,j c,k	d,j e,k	f,j g,k	h,j i,k																
f	b,l c,m	d,l e,m	f,l g,m	h,l i,m	j,l k,m															
g	b,n c,o	d,n e,o	f,n g,o	h,n i,o	j,n k,o	l,n m,o														
h	b,h c,i	d,h e,i	f,h g,i	♥	h,j i,k	h,l i,m	h,n i,o													
i	b,j c,k	d,j e,k	f,j g,k	h,j i,k	♥	j,l k,m	j,n k,o	h,j i,k												
j	b,l c,m	d,l e,m	f,l g,m	h,l i,m	j,l k,m	♥	l,n m,o	h,l i,m	j,l k,m											
k																				
l																				
m	b,j c,k	d,j e,k	f,j g,k	h,j i,k	♥	j,l k,m	j,n k,o	h,j i,k	♥	j,l k,m										
n	b,l c,m	d,l e,m	f,l g,m	h,l i,m	j,l k,m	♥	l,n m,o	h,l i,m	j,l k,m	♥										
o	b,n c,o	d,n e,o	f,n g,o	h,n i,o	j,n k,o	l,n m,o	♥	h,n i,o	j,n k,o	l,n m,o										
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n						

A.S.E.

P	S	Next State		Out Z	
		0	1	0	1
a	b	c	0	0	
b	d	e	0	0	
c	f	g	0	0	
d	h	i	0	0	
e	j	k	0	0	
f	l	m	0	0	
g	n	o	0	0	
h	h	i	0	0	
i	j	k	0	0	
j	l	m	0	0	
k	n	o	1	0	
l	h	i	0	1	
m	j	k	0	0	
n	l	m	0	0	
o	n	o	0	0	

15.20

Tabella delle implicazioni 0110/1001 (Caso "A") [passo3]

b	b,d c,e															
c	b,f c,g	d,f e,g														
d	b,h c,i	d,h e,i	f,h g,i													
e	b,j c,k	d,j e,k	f,j g,k	h,j i,k												
f	b,l c,m	d,l e,m	f,l g,m	h,l i,m	j,l k,m											
g	b,n c,o	d,n e,o	f,n g,o	h,n i,o	j,n k,o	m,o										
h	b,h c,i	d,h e,i	f,h g,i	h,h i,i	h,n i,o											
i	b,j c,k	d,j e,k	f,j g,k	h,j i,k	j,j k,k	j,n k,o	h,j i,j									
j	b,l c,m	d,l e,m	f,l g,m	h,l i,m	j,l k,m	m,o	j,i k,i									
k																
l																
m	b,j c,k	d,j e,k	f,j g,k	h,j i,k	j,j k,k	j,n k,o	h,j i,j	j,l k,l								
n	b,l c,m	d,l e,m	f,l g,m	h,l i,m	j,l k,m	m,o	j,i k,i	j,i k,i	j,n k,o							
o	b,n c,o	d,n e,o	f,n g,o	h,n i,o	j,n k,o	m,o	h,n i,o	j,n k,o	m,o	j,n k,o						
a																
b																
c																
d																
e																
f																
g																
h																
i																
j																
k																
l																
m																
n																
o																

A.S.E.

15.21

P S	Next State		Out Z	
	0	1	0	1
a	b	c	0	0
b	d	e	0	0
c	f	g	0	0
d	h	i	0	0
e	j	k	0	0
f	l	m	0	0
g	n	o	0	0
h	h	i	0	0
i	j	k	0	0
j	l	m	0	0
k	n	o	1	0
l	h	i	0	1
m	j	k	0	0
n	l	m	0	0
o	n	o	0	0

Coppie di stati equivalenti

b	b,d c,e															
c	b,f c,g	d,f e,g														
d	b,h c,i	d,h e,i	f,h g,i													
e	b,j c,k	d,j e,k	f,j g,k	h,j i,k												
f	b,l c,m	d,l e,m	f,l g,m	h,l i,m	j,l k,m											
g	b,n c,o	d,n e,o	f,n g,o	h,n i,o	j,n k,o	m,o										
h	b,h c,i	d,h e,i	f,h g,i	h,h i,i	h,n i,o											
i	b,j c,k	d,j e,k	f,j g,k	h,j i,k	j,j k,k	j,n k,o	h,j i,j									
j	b,l c,m	d,l e,m	f,l g,m	h,l i,m	j,l k,m	m,o	j,i k,i									
k																
l																
m	b,j c,k	d,j e,k	f,j g,k	h,j i,k	j,j k,k	j,n k,o	h,j i,j	j,l k,l								
n	b,l c,m	d,l e,m	f,l g,m	h,l i,m	j,l k,m	m,o	j,i k,i	j,i k,i	j,n k,o							
o	b,n c,o	d,n e,o	f,n g,o	h,n i,o	j,n k,o	m,o	h,n i,o	j,n k,o	m,o	j,n k,o						
a																
b																
c																
d																
e																
f																
g																
h																
i																
j																
k																
l																
m																
n																
o																

$$\begin{aligned}
 b &\equiv d, & b &\equiv h, & c &\equiv g, & c &\equiv o, \\
 d &\equiv h, & e &\equiv i, & e &\equiv m, & f &\equiv j, \\
 f &\equiv n, & g &\equiv o, & i &\equiv m, & j &\equiv n
 \end{aligned}$$

PS	Next State		Out Z	
	0	1	0	1
a	b	c	0	0
b	d	e	0	0
c	f	g	0	0
d	h	i	0	0
e	j	k	0	0
f	l	m	0	0
g	n	o	0	0
h	h	i	0	0
i	j	k	0	0
j	l	m	0	0
k	n	o	1	0
l	h	i	0	1
m	j	k	0	0
n	l	m	0	0
o	n	o	0	0

A.S.E.

15.22

Insieme di stati equivalenti

- $$\begin{aligned}
 &b \equiv d, \quad b \equiv h, \quad c \equiv g, \quad c \equiv o, \\
 &d \equiv h, \quad e \equiv i, \quad e \equiv m, \quad f \equiv j, \\
 &f \equiv n, \quad g \equiv o, \quad i \equiv m, \quad j \equiv n
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &b \equiv d, b \equiv h, \quad c \equiv g, c \equiv o, \\
 &e \equiv i, e \equiv m, \quad f \equiv j, f \equiv n, \\
 &\textcircled{d \equiv h}, \quad \textcircled{g \equiv o}, \quad \textcircled{i \equiv m}, \quad \textcircled{j \equiv n}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &b, d, h \quad c, g, o \quad e, i, m \quad f, j, n \\
 &+ \quad a, \quad k, \quad l
 \end{aligned}$$

A.S.E.

15.23

Classi di stati equivalenti

- Riordinando l'insieme si ha**

$$\begin{aligned}
 &b \equiv d, b \equiv h, \quad c \equiv g, c \equiv o, \\
 &e \equiv i, e \equiv m, \quad f \equiv j, f \equiv n, \\
 &d \equiv h, \quad g \equiv o, \quad i \equiv m, \quad j \equiv n
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &b, d, h \quad c, g, o \quad e, i, m \quad f, j, n \\
 &+ \quad a, \quad k, \quad l
 \end{aligned}$$

$$\{a, (b, d, h), (c, g, o), (e, i, m), (f, j, n), k, l\}$$

- Battezzando i gruppi come segue**

$$\begin{aligned}
 &a \equiv A, \quad (b, d, h) \equiv B, \quad (c, g, o) \equiv C, \\
 &(e, i, m) \equiv D, \quad (f, j, n) \equiv E, \quad k \equiv F, \quad l \equiv G
 \end{aligned}$$

A.S.E.

15.24

Fine

- Si ottiene la seguente tabella degli stati

P.S.	Next State			
	X = 0	X = 1	X = 0	X = 1
a	b	c	0	0
b	d	e	0	0
c	f	g	0	0
d	h	i	0	0
e	j	k	0	0
f	l	m	0	0
g	n	o	0	0
h	h	i	0	0
i	j	k	0	0
j	l	m	0	0
k	n	o	1	0
l	h	i	0	1
m	j	k	0	0
n	l	m	0	0
o	n	o	0	0

A=a , B=b=d=h , C=c=g=o ,
D=e=i=m , E=f=j=n , F=k G=l

P.S.	Next State		Out Z	
	X = 0	X = 1	X = 0	X = 1
A	B	C	0	0
B	B	D	0	0
C	E	C	0	0
D	E	F	0	0
E	G	D	0	0
F	E	C	1	0
G	B	D	0	1

Prima

Dopo

A.S.E.

15.25

Confronto

- Tabella ottenuta da ASM Tabella semplificata

P.S.	Next State			
	X = 0	X = 1	X = 0	X = 1
A	B	C	0	0
B	B	D	0	0
C	E	C	0	0
D	E	F	0	0
E	G	D	0	0
F	E	C	1	0
G	B	D	0	1

P.S.	Next State		Out Z	
	X = 0	X = 1	X = 0	X = 1
A	B	C	0	0
B	B	D	0	0
C	E	C	0	0
D	E	F	0	0
E	G	D	0	0
F	E	C	1	0
G	B	D	0	1

A.S.E.

15.26

Assegnazione degli stati

P.S.	Next State		Out Z	
	X=0	X=1	X=0	X=1
A	B	C	0	0
B	B	D	0	0
C	E	C	0	0
D	E	F	0	0
E	G	D	0	0
F	E	C	1	0
G	B	D	0	1
<hr/>				
A→000	001	010	0	0
B→001	001	011	0	0
C→010	100	010	0	0
D→011	100	101	0	0
E→100	110	011	0	0
F→101	100	010	1	0
G→110	001	011	0	1
<hr/>				
A→000	001	011	0	0
B→001	001	010	0	0
C→011	110	011	0	0
D→010	110	111	0	0
E→110	101	010	0	0
F→111	110	011	1	0
G→101	001	010	0	1

A.S.E.

15.27

Assegnazione degli stati 1

P.S.	Next State		Out Z		Q ₁	Q ₂	Q ₃	X	Q ₁ ⁺	Q ₂ ⁺	Q ₃ ⁺	Z
	X=0	X=1	X=0	X=1								
000	001	010	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
					0	0	0	1	0	1	0	0
					0	0	1	0	0	0	1	0
					0	0	1	1	0	1	1	0
001	001	011	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
					0	1	0	1	0	1	0	0
010	100	010	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0
					0	1	1	1	1	0	1	0
011	100	101	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0
					1	0	0	1	0	1	1	0
100	110	011	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1
					1	0	1	1	0	1	0	0
101	100	010	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0
					1	1	0	1	0	1	1	1
110	001	011	0	1	1	1	1	0	-	-	-	-
					1	1	1	1	-	-	-	-

A.S.E.

15.28

Variabile di stato Q_1^+ & Q_2^+

Q_1	Q_2	Q_3	X	Q_1^+	Q_2^+	Q_3^+	Z
0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0
0	0	1	1	0	1	1	0
0	1	0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	1	0	0	0
0	1	1	1	1	0	1	0
1	0	0	0	1	1	0	0
1	0	0	1	0	1	1	0
1	0	1	0	1	0	0	1
1	0	1	1	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	1	0
1	1	0	1	0	1	1	1
1	1	1	0	-	-	-	-
1	1	1	1	-	-	-	-

Q_1^+	$Q_3 X$
	00 01 11 10
Q1	00 1 1 1
Q2	01 1 - -
	11 1 1

$$Q_1^+ = Q_2 Q_3 + \overline{Q_1} Q_2 \overline{X} + Q_1 \overline{Q_2} \overline{X}$$

Q_2^+	$Q_3 X$
	00 01 11 10
Q1	00 1 1
Q2	01 1 1 -
	11 1 1 1

$$Q_2^+ = Q_1 X + \overline{Q_3} X + \overline{Q_1} \overline{Q_2} X + Q_1 \overline{Q_2} \overline{Q_3}$$

A.S.E.

15.29

Variabile di stato Q_3^+ & uscita Z

Q_1	Q_2	Q_3	X	Q_1^+	Q_2^+	Q_3^+	Z
0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0
0	0	1	1	0	1	1	0
0	1	0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	1	0	0	0
0	1	1	1	1	0	1	0
1	0	0	0	1	1	0	0
1	0	0	1	0	1	1	0
1	0	1	0	1	0	0	1
1	0	1	1	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	1	0
1	1	0	1	0	1	1	1
1	1	1	0	-	-	-	-
1	1	1	1	-	-	-	-

Q_3^+	$Q_3 X$
	00 01 11 10
Q1	00 1 1 1
Q2	01 1 1 -
	11 1 1

$$Q_3^+ = Q_1 Q_2 + Q_1 \overline{Q_3} X + \overline{Q_1} Q_3 X + \overline{Q_1} \overline{Q_2} \overline{X}$$

Z	$Q_3 X$
	00 01 11 10
Q1	00 1 1
Q2	01 1 - -
	11 1 1

$$Z = Q_1 Q_2 X + Q_1 Q_3 \overline{X}$$

35 Letterali

A.S.E.

15.30

Assegnazione degli stati 2

P.S.	Next State		Out Z		Q ₁	Q ₂	Q ₃	X	Q ₁ ⁺	Q ₂ ⁺	Q ₃ ⁺	Z
	X = 0	X = 1	X = 0	X = 1								
000	001	011	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
001	001	010	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
011	110	011	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
010	110	111	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
110	101	010	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
111	110	011	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0
101	001	010	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1
					1	1	1	1	0	1	1	0

A.S.E.

15.31

Variabile di stato Q₁⁺ & Q₂⁺

Q ₁	Q ₂	Q ₃	X	Q ₁ ⁺	Q ₂ ⁺	Q ₃ ⁺	Z
0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	1	1	0
0	0	1	0	0	0	1	0
0	0	1	1	0	1	0	0
0	1	0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	1	1	1	0
0	1	1	0	1	1	0	0
0	1	1	1	0	1	1	0
1	0	0	0	-	-	-	-
1	0	0	1	-	-	-	-
1	0	1	0	0	0	1	0
1	0	1	1	0	1	0	1
1	1	0	0	1	0	1	0
1	1	0	1	0	1	0	0
1	1	1	0	1	1	0	1
1	1	1	1	0	1	1	0

Q ₁ ⁺	Q ₃ X			
	00	01	11	10
00				
Q1 01	1	1		1
Q2 11	1			1
10	-	-		

$$Q_1^+ = Q_2 \bar{X} + \bar{Q}_1 Q_2 \bar{Q}_3$$

Q ₂ ⁺	Q ₃ X			
	00	01	11	10
00		1	1	
Q1 01	1	1	1	1
Q2 11		1	1	1
10	-	-	1	

$$Q_2^+ = X + \bar{Q}_1 Q_2 + Q_1 Q_3$$

A.S.E.

15.32

Variabile di stato Q_3^+ & uscita Z

Q_1	Q_2	Q_3	X	Q_1^+	Q_2^+	Q_3^+	Z
0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	1	1	0
0	0	1	0	0	0	1	0
0	0	1	1	0	1	0	0
0	1	0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	1	1	1	0
0	1	1	0	1	1	0	0
0	1	1	1	0	1	1	0
1	0	0	0	-	-	-	-
1	0	0	1	-	-	-	-
1	0	1	0	0	0	1	0
1	0	1	1	0	1	0	1
1	1	0	0	1	0	1	0
1	1	0	1	0	1	0	0
1	1	1	0	1	1	0	1
1	1	1	1	0	1	1	0

Q_3^+	$Q_3 X$			
	00	01	11	10
00	1	1		1
01		1	1	
11	1		1	
10	-	-		1

$$Q_3^+ = \bar{Q}_1 \bar{Q}_2 \bar{X} + \bar{Q}_1 \bar{Q}_3 X + Q_2 Q_3 X + Q_2 \bar{Q}_3 \bar{X} + Q_1 \bar{Q}_2 \bar{X}$$

Z	$Q_3 X$			
	00	01	11	10
00				
01				
11				1
10	-	-	1	

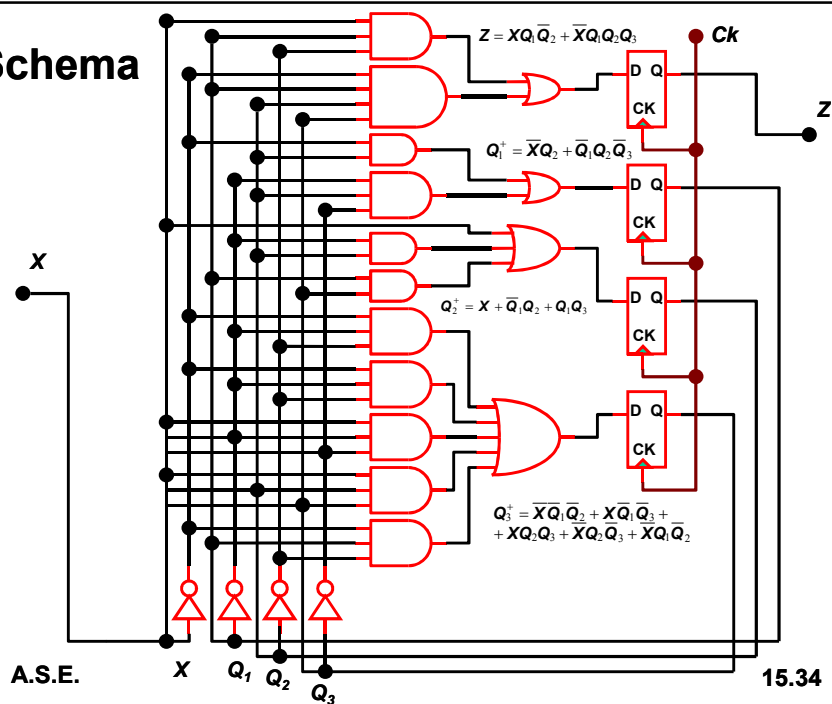
$$Z = Q_1 \bar{Q}_2 X + Q_1 Q_2 Q_3 \bar{X}$$

32 Letterali

A.S.E.

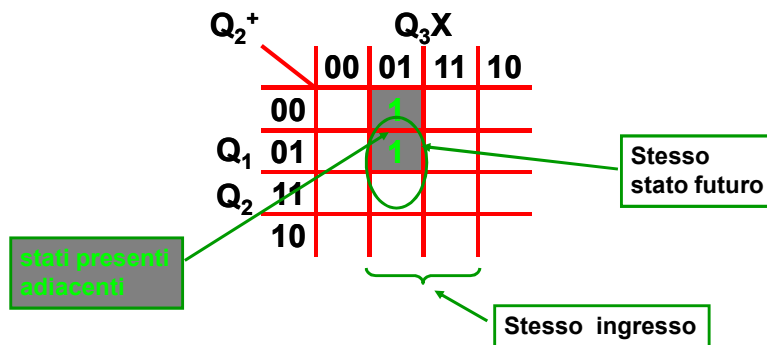
15.33

Schema



Regola 1 per l'assegnazione degli stati

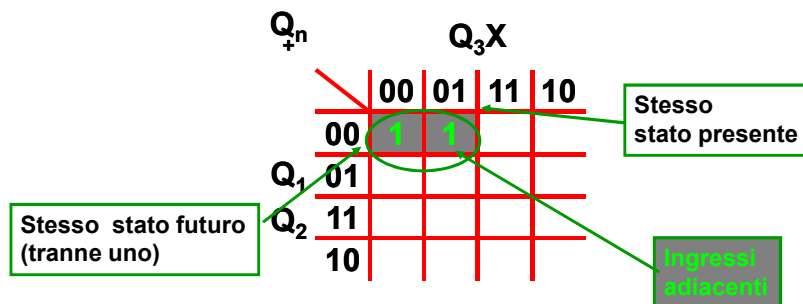
1. Due o più stati presenti che hanno lo stesso stato futuro, per una data configurazione degli ingressi, dovrebbero essere adiacenti



15.35

Regola 2 per l'assegnazione degli stati

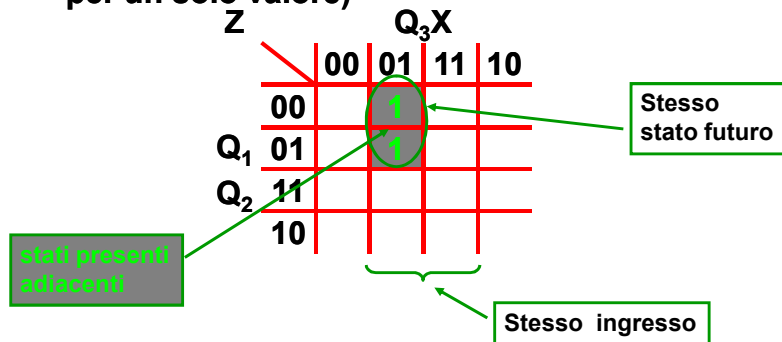
2. Per ciascun stato presente e due combinazioni adiacenti degli ingressi, i due stati futuri dovrebbero essere adiacenti



15.36

Regola 3 per l'assegnazione degli stati

3. Due o più stati presenti che danno luogo ad identico valore dell'uscita (0 o 1), per una data configurazione degli ingressi, dovrebbero essere adiacenti (applicata per un solo valore)



A.S.E.

15.37

Adiacenze consigliate

Regola 1

- (A,B,G), (C,D,F), (A,C,F), (B,E,G)

A	A	A	A	B	B	B	C	C	C	D	E
B	C	F	G	E	G	G	D	F	F	F	G

Regola 2

B	B	B	C	C	D	E
C	D	D	E	E	G	F

Regola 3

A	A	A	A	B	B	B	C	C	D
B	C	D	E	C	D	E	D	E	E

P.S.	Next State		Out Z	
	X = 0	X = 1	X = 0	X = 1
A	B	C	0	0
B	B	D	0	0
C	E	C	0	0
D	E	F	0	0
E	G	D	0	0
F	E	C	1	0
G	B	D	0	1

A.S.E.

15.38

Mappa d'assegnazione degli stati

A	B	2	X	X
A	C	2	X	X
A	D			
A	E			
A	F			
A	G			
B	C	2		
B	D	3	X	X
B	E	2	X	X
B	G	2		
C	D	2		
C	E	3	X	X
C	F	2	X	X
D	E			
D	F		X	X
E	F			
E	G		X	X

		Q ₂ Q ₃			
		00	01	11	10
Q ₁	0	A	B	D	-
	1	C	E	G	F

		Q ₂ Q ₃			
		00	01	11	10
Q ₁	0	A	B	E	C
	1	-	D	G	F

A.S.E.

15.39

Assegnazione degli stati

		Q ₂ Q ₃			
		00	01	11	10
Q ₁	0	A	B	D	-
	1	C	E	G	F

P.S.	Next State		Out Z	
	X = 0	X = 1	X = 0	X = 1
A	B	C	0	0
B	B	D	0	0
C	E	C	0	0
D	E	F	0	0
E	G	D	0	0
F	E	C	1	0
G	B	D	0	1
<hr/>				
A→000	001	100	0	0
B→001	001	011	0	0
C→100	101	100	0	0
D→011	101	110	0	0
E→101	111	011	0	0
F→110	101	100	1	0
G→111	001	011	0	1

A.S.E.

15.40

Assegnazione degli stati 3

P.S.	Next State		Out Z		Q ₁	Q ₂	Q ₃	X	Q ₁ ⁺	Q ₂ ⁺	Q ₃ ⁺	Z
	X = 0	X = 1	X = 0	X = 1								
000	001	100	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
					0	0	0	1	1	0	0	0
					0	0	1	0	0	0	1	0
					0	0	1	1	0	1	1	0
					0	1	0	0	-	-	-	-
001	001	011	0	0	0	1	0	1	-	-	-	-
					0	1	1	0	1	0	1	0
100	101	100	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
					1	0	0	0	1	0	1	0
011	101	110	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
					1	0	1	0	1	1	1	0
101	111	011	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0
					1	1	0	0	1	0	1	1
110	101	100	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0
					1	1	1	0	0	0	1	0
111	001	011	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1

A.S.E.

15.41

Variabile di stato Q₁⁺ & Q₂⁺

Q ₁	Q ₂	Q ₃	X	Q ₁ ⁺	Q ₂ ⁺	Q ₃ ⁺	Z
0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0
0	0	1	1	0	1	1	0
0	1	0	0	-	-	-	-
0	1	0	1	-	-	-	-
0	1	1	0	1	0	1	0
0	1	1	1	1	1	0	0
1	0	0	0	1	0	1	0
1	0	0	1	1	0	0	0
1	0	1	0	1	1	1	0
1	0	1	1	0	1	1	0
1	1	0	0	1	0	1	1
1	1	0	1	1	0	0	0
1	1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	1	0	1	1	1

Q ₁ ⁺	Q ₃ X			
	00	01	11	10
00		1		
01	-	-	1	1
11	1	1		
10	1	1		

$$Q_1^+ = \overline{X}Q_3 + \overline{Q}_1Q_2 + Q_2\overline{Q}_3$$

Q ₂ ⁺	Q ₃ X			
	00	01	11	10
00			1	
01	-	-	1	
11			1	
10			1	1

$$Q_2^+ = XQ_3 + Q_1\overline{Q}_2Q_3$$

A.S.E.

15.42

Variabile di stato Q_3^+ & uscita Z

Q_1	Q_2	Q_3	X	Q_1^+	Q_2^+	Q_3^+	Z
0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0
0	0	1	1	0	1	1	0
0	1	0	0	-	-	-	-
0	1	0	1	-	-	-	-
0	1	1	0	1	0	1	0
0	1	1	1	1	1	0	0
1	0	0	0	1	0	1	0
1	0	0	1	1	0	0	0
1	0	1	0	1	1	1	0
1	0	1	1	0	1	1	0
1	1	0	0	1	0	1	1
1	1	0	1	1	0	0	0
1	1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	1	0	1	1	1

	Q3 X	00	01	11	10
Q1	00	1	-	1	1
Q2	01	-	-	-	1
	11	1	-	1	1
	10	1	-	1	1

$$Q_3^+ = \bar{X} + Q_1 Q_3 + \bar{Q}_1 \bar{Q}_2 Q_3$$

	Q3 X	00	01	11	10
Q1	00	-	-	-	-
Q2	01	-	-	-	-
	11	1	-	1	-
	10	-	-	-	-

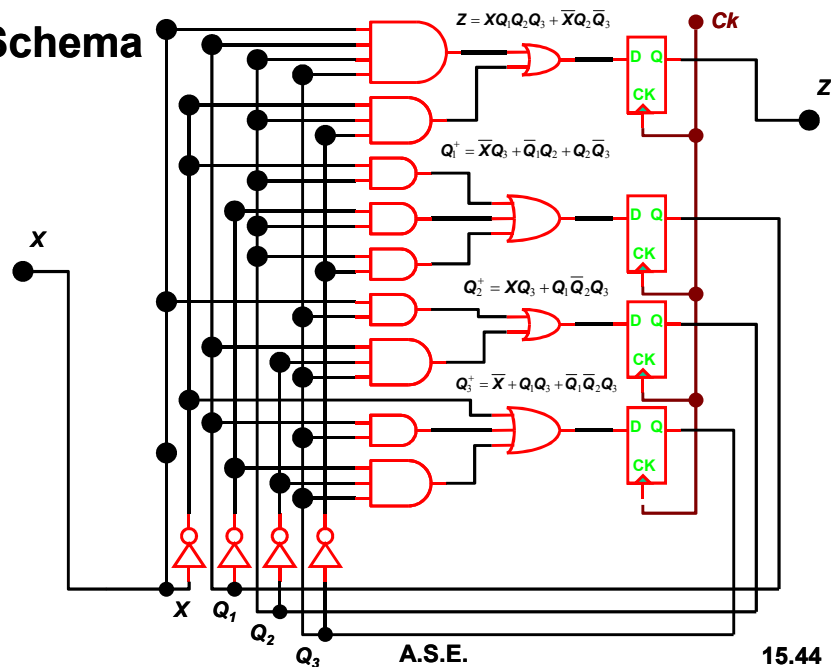
$$Z = X Q_1 Q_2 Q_3 + \bar{X} Q_2 \bar{Q}_3$$

24 Letterali

A.S.E.

15.43

Schema



A.S.E.

15.44

CONCLUSIONI

Sintesi di reti sequenziali sincronizzate

- **Tecnica di sintesi**
- **Esempi**
- **Riduzione del numero di stati**
- **Assegnamento degli stati**
- **Esempi**

A.S.E.

15.45